

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : **63-303308**
 (43) Date of publication of application : **09. 12. 1988**

(51) Int. Cl.

G02B 6/12(21) Application number : **62-139215**(71) Applicant : **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(22) Date of filing : **03. 06. 1987**

(72) Inventor :

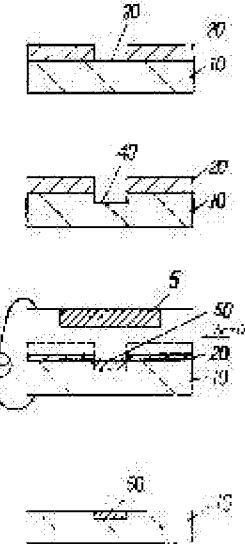
**OTSUKA REI
 YAMAMOTO KAZUHISA
 YANAI TETSUO**

(54) PRODUCTION OF LIGHT GUIDE

(57) Abstract:

PURPOSE: To easily form high-performance light guides with good uniformity by forming grooves on the surface of an LiNbXTa(1-X)03 ($0 \leq X \leq 1$) substrate by etching and forming an oxide film which has the refractive index higher than the refractive index of the substrate and includes visible light in the light transparent region by sputtering in said grooves.

CONSTITUTION: A resist 20 is formed on the surface of the LiNbXTa(1-X)03 ($0 \leq X \leq 1$) substrate 10 which is a +Z plate and a slit 30 is formed thereon by a photoprocess. The substrate 10 in the slit 30 part is then etched by a molecular beam with the resist 20 as a mask to form the groove 40. The substrate 10 is then put into a sputtering device and the light guide 50 consisting of TiO₂ 5 (about 2.40 refractive index) is formed in the groove 40 part by using the TiO₂ 5 as a target. Finally, the resist 2 which is not etched is removed by immersing the substrate into an acetone soln. and subjecting the same to ultrasonic cleaning. The guide layer 50 always equal to the line width of the mask 20 is thus formed.



⑪ 公開特許公報 (A) 昭63-303308

⑤Int.Cl.⁴
G 02 B 6/12識別記号
M-8507-2H

④公開 昭和63年(1988)12月9日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑫発明の名称 光導波路の製造方法

⑬特願 昭62-139215

⑭出願 昭62(1987)6月3日

⑮発明者 大塚 玲	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑯発明者 山本 和久	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑰発明者 谷内 哲夫	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱出願人 松下電器産業株式会社	大阪府門真市大字門真1006番地	
⑲代理人 弁理士 中尾 敏男	外1名	

2 ページ

明細書

1、発明の名称

光導波路の製造方法

2、特許請求の範囲

- (1) $\text{LiNb}_x\text{Ta}_{(1-x)}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) 基板上に溝を形成する工程と、スパッタ法により前記基板の溝に高屈折率層の光導波路膜を形成する工程を有することを特徴とする光導波路の製造方法。
- (2) $\text{LiNb}_x\text{Ta}_{(1-x)}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) 基板が+Z板である特許請求の範囲第1項記載の光導波路の製造方法。
- (3) 高屈折率層の膜が、酸化膜である高屈折率層で光の透過領域が可視光を含む膜である特許請求の範囲第1項記載の光導波路の製造方法。

3、発明の詳細を説明

産業上の利用分野

本発明は光通信および光応用計測分野で用いられる光導波路の製造方法に関するものである。

従来の技術

従来、強誘電体基板である LiNbO_3 基板に、フ

ト・プロセスやエッチング技術を用いて、 LiNbO_3 基板の表面層に光導波路を形成し、光スイッチや光変調器に用いられてきた。これはたとえば

[J. L. Jackel, C. E. Rice, and J. J. Veselka, "Proton exchange for high-index waveguides in LiNbO_3 , "アプライ フィジックス レターナー (Appl. Phys. Lett.), vol 41, p. 7 PP. 607~608 (1982)] に示されている。

以下光素子として光導波路を例にとり、その製造方法について説明する。第2図に従来のプロトン交換方法を用いた光導波路の製造方法の具体的構成図を示す。1は強誘電体基板である LiNbO_3 基板、2はAl金属による保護マスク、3はフォト・プロセスおよびエッチングにより保護マスク2に形成されたスリット、4は安息香酸6中で230℃で形成されたプロトン交換層である。7はヒーター、8は石英製ビーカーである。

また、従来のピロ磷酸を用いた光導波路は、スラブ型の導波路として用いられている。

発明が解決しようとする問題点

上記に示した安息香酸でプロトン交換を行なった光導波路層は、屈折率差が+0.12と小さく、ビロ酸を用いても+0.145でしかなく、屈折率差が0.16以上にするためには、プロトン交換法では困難であった。このため、光の閉じ込めが弱く、従来の方法で曲り導波路およびSHG素子を作製すると、光の伝搬損失が大きく実用的でなかった。そして、液中のプロトン交換を用いるため、時間・温度等の条件制御が容易でなく、形成される光導波路層のバラツキは避けられなかつた。

問題点を解決するための手段

本発明の光導波路の製造方法は、上記問題点を解決するために、 $\text{LiNb}_x\text{Ta}_{(1-x)}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) 基板にフォトプロセスによりスリットを有するパターンを形成し、スリット部にエッティングを施して、基板に選択的に溝を形成し、高屈折率であるかつ光の透過領域が可視光部を含む薄膜をスパッタ法により上記溝に形成させるという方法を用いるものである。

作用

本発明は高屈折率の薄膜を、 $\text{LiNb}_x\text{Ta}_{(1-x)}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) 基板に形成することで屈折率差を任意に設定でき、なおかつ埋込み型であるため、表荷型よりも側面部による伝搬損失が少なく、光の閉じ込めも屈折率差が大きくなるので強くなる。そして、再現性良く高精度に光導波路層を形成できる。

実施例

実施例として本発明の光導波路の作製方法の工程断面図を第1図に示す。(a)の工程は、+Z板の LiNbO_3 基板1の表面に1.2 μm 厚のレジスト2 (マイクロポジット S1400-27) を形成し、これにフォト・プロセスを行ない1 μm のスリット3を形成する工程である。(b)の工程は、レジスト2をマスクとしてスリット3の部分の基板を分子ビームにより深さ0.5 μmまでエッティングする工程であり、溝4が形成される。(c)の工程は、 LiNbO_3 基板1をスパッタ装置の内に入れ、ターゲットを TiO_2 5を用い、Arガ

ス20 sccm, O₂ ガス2 sccm で全圧 5×10^{-5} Torr にし、入力電力400WのRF放電を行なう。レジスト2のエッティングレートは100Å/min, TiO_2 5のスパッタレートは100Å/min でありこれを50 min行なうと、溝4部分に深さ0.5μm, 溝幅1.0 μm の TiO_2 よりなる光導波路5が形成される工程である。(d)の工程は(c)の工程でエッティングされなかつたレジスト2をアセトン溶液に浸して超音波洗浄を5回行なうことによりレジスト2除去する工程である。

なお、レジスト2は、マイクロポジット S1400-27 (シュブレイ社) の厚み1.2 μm のレジストで、溝4内の TiO_2 5はスパッタにより形成される溝幅1 μm, 深さ0.5 μm, 屈折率2.40の TiO_2 膜からなる光導波路である。

この方法において、(d)の工程は、スパッタにより生成されるラジカルなO₂ 分子が LiNbO_3 基板1上に存在するため、レジスト2がエッティングされ、O₂⁺ 分子が長寿命であるがために、レジスト3上部に TiO_2 が形成されず(即ちエッテン

グされ溝4のみに選択的に TiO_2 が形成される。従来のプロトン交換法による光導波路の形成は拡散により行なわれるため、マスクの線幅に等しいプロトン交換層を形成するのは困難である。しかし、本発明では常にマスク幅に等しい導波路層が生成できる。

なお、実施例では厚み1.2 μm のレジスト2を使用して1 μm 幅のスリット3を形成し、分子ビームによる0.5 μm 深さのエッティングを行ない、スパッタ装置により TiO_2 を形成させたが、レジスト幅とエッティング深さは、スパッタ時におけるレジストのエッティングレートと薄膜のスパッタレートの比によって決められるもので、特に S1400-27のレジストやエッティング深さを0.5 μm に限定する必要はない。また、実施例では、 TiO_2 を用いたが、酸化膜で屈折率が基板より高く光の透過領域が可視光が含まれる薄膜であれば、特許請求の範囲である。また、(d)の工程で、分子ビームによるエッティングを行なつたが、基板温度を上げずにエッティングが可能な方法であれば

他の方法でもよい。また基板10も LiNbO_3 に限らず $\text{LiNb}_{x}\text{Ta}_{(1-x)}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) のものであれば使用可能である。

発明の効果

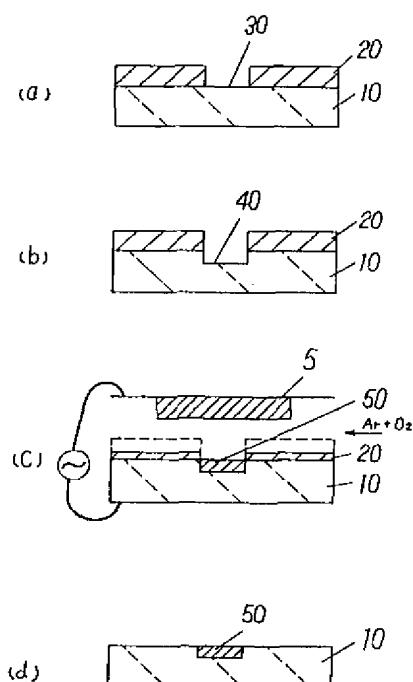
以上のように本発明は、 $\text{LiNb}_{x}\text{Ta}_{(1-x)}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) の表面をエッティングにより溝を形成し、基板より高屈折率で光の透過領域が可視光を含む酸化膜を上記溝にスパッタ形成させることにより、プロトン交換法による埋込み型の屈折率差より大きいものができる、上記酸化膜を形成するときのスパッタ時に O_2 ガスを流すことにより、上記エッティング溝以外に上記酸化膜を形成されず、光導波路幅はエッティング時のスリットの幅にすることができる。したがって、本発明によれば、高性能な光導波路を均一性良く容易に形成することが可能となり、光導波路の工業的製造に大きく寄与するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例における光導波路の製造工程断面図、第2図は従来のプロトン交換法を

- 5 … TiO_2 (ターゲット)
- 10 … LiNbO_3 基板
- 20 … レジスト
- 30 … スリット
- 40 … 溝
- 50 … TiO_2 (光導波路)

第1図



第2図

